NACHKLAUSUR :: DECKBLATT

Gebrauchsanweisung:

- Füllen Sie als erstes dieses Deckblatt aus!
- Lesen Sie zunächst alle Aufgaben vollständig durch, bevor Sie mit der Bearbeitung beginnen.
- Bearbeiten Sie die Aufgaben in einer Ihnen passenden, beliebigen, Reihenfolge.
- Beginnen Sie jede Aufgabe auf einem neuen Blatt.
- Schreiben Sie auf *jedes* Blatt Ihren Namen und Ihre Matrikelnummer.
- Die Bearbeitungszeit beträgt 120 Minuten, also 2 Stunden.
- Heften Sie zum Schluss alle Blätter zusammen, mit diesem Deckblatt zuoberst.
- Sie haben mit ≥ 25 Punkten garantiert bestanden.
- Die Ergebnisse der Klausur werden Anfang nächster Woche mit ePins anonymisiert im Stud.IP veröffentlicht.

Wir wünschen Ihnen viel Erfolg!

Name:

Matrikelnummer:

Semester: Studiengang:

ThEDyn Klausur: ( ) 1. ( ) 2. Versuch, diese Klausur zu absolvieren.

MMdP Klausur: ( ) 1 ( ) 2 Versuche, bestanden: ( ) ja ( ) nein.

#	K0	K1	K2	K3	K4	Σ
Punkte	/10	/10	/10	/10	/10	/50
Korrektor						

Bitte wenden!

NACHKLAUSUR :: AUFGABEN

Lesen Sie zuerst alle Aufgaben durch. Bearbeiten Sie die Aufgaben in beliebiger Reihenfolge. Beginnen Sie jede Aufgabe auf einem neuen Blatt. Schreiben Sie auf *jedes* Blatt Ihren Namen und Ihre Matrikelnummer.

[K0] *Kurzfragen* **[$2+2+2+2+2=10$ Punkte]**

Antworten Sie in Worten und in maximal 3 Zeilen pro Frage.

(a) Was ist ein Faraday'scher Käfig, und welche Eigenschaften hat er?
(b) Unter welchen Bedingungen ist das Dipolmoment einer Ladungsverteilung unabhängig von der Wahl des Koordinatenursprungs?
(c) Was ist eine Eichtransformation?
(d) Was ist eine Green'sche Funktion?
(e) Was beschreibt der Poynting-Vektor?

[K1] *Elektrostatik* **[$2+6+2=10$ Punkte]**

In einer Kugelschale befinde sich zwischen den Radien r_1 und r_2, $r_1 < r_2$, eine homogene Raumladungsdichte ϱ.
Hinweis: der Gradient in Kugelkoordinaten ist $\nabla = \vec{e}_r\,\partial_r + \vec{e}_\theta\,\frac{1}{r}\,\partial_\theta + \vec{e}_\varphi\,\frac{1}{r\sin\theta}\,\partial_\varphi$.

(a) Das elektrische Potential $\Phi(\vec{r}) = \Phi(r)$ ist radialsymmetrisch. Folgern Sie daraus, dass das elektrische Feld von der Form $\vec{E}(\vec{r}) = E(r)\,\vec{e}_r$ ist.
(b) Bestimmen Sie mit Hilfe des Gauss'schen Gesetzes das elektrische Feld $\vec{E}(\vec{r})$ im ganzen Raum, also für die Fälle $r < r_1$, $r_1 < r < r_2$ und $r_2 < r$.
(c) Skizzieren Sie $E(r)$ als Funktion des Abstands r.

[K2] *Induktion* **[$5+5=10$ Punkte]**

Betrachten Sie einen Kreisring mit Durchmesser d in der xy-Ebene mit dem Mittelpunkt im Ursprung.

(a) Der Kreisring werde senkrecht von den Feldlinien einer zeitabhängigen magnetischen Flussdichte $\vec{B}(\vec{r},t) = B_0\,\mathrm{e}^{-\alpha t}\,\vec{e}_z$ durchsetzt. Welche Spannung wird in dem Draht induziert?
(b) Stattdessen sei der Kreisring von einen konstanten Strom I durchflossen. Geben Sie die erzeugte magnetische Flussdichte $\vec{B}(\vec{r} = z\vec{e}_z)$ für Orte auf der z-Achse an.
Hinweise: Vektorprodukt in Zylinderkoordinaten: $\vec{e}_r \times \vec{e}_\varphi = \vec{e}_z$, $\vec{e}_r \times \vec{e}_z = -\vec{e}_\varphi$ und $\vec{e}_\varphi \times \vec{e}_z = \vec{e}_r$. Es ist $\int_0^{2\pi} \mathrm{d}\varphi\,\vec{e}_r = 0$.

[K3] *Elektromagnetische Wellen* **[$6+4=10$ Punkte]**

Betrachten Sie eine monochromatische, ebene Welle im Vakuum:

$$\vec{E}(\vec{x},t) = \vec{a}\,\mathrm{e}^{\mathrm{i}(\vec{k}\cdot\vec{x}-\omega t)}\,, \quad \vec{B}(\vec{x},t) = \frac{\vec{k}}{\omega} \times \vec{E}(\vec{x},t) \quad \text{mit} \quad \vec{a}\ \text{reell}\,, \quad \omega = c|\vec{k}|\,, \quad \vec{k}\cdot\vec{E} = 0\,.$$

(a) Zeigen Sie, dass die Felder alle vier Maxwell-Gleichungen (im ladungsfreien Vakuum) erfüllen.
Hinweise: $\nabla\cdot(\vec{V}\times\vec{W}) = \vec{W}\cdot(\nabla\times\vec{V}) - \vec{V}\cdot(\nabla\times\vec{W})$ und
$$\nabla\times(\vec{V}\times\vec{W}) = \vec{V}(\nabla\cdot\vec{W}) - \vec{W}(\nabla\cdot\vec{V}) + (\vec{W}\cdot\nabla)\vec{V} - (\vec{V}\cdot\nabla)\vec{W}.$$
(b) Berechnen Sie den Poynting-Vektor der ebenen Welle. Achten Sie darauf, dabei nur die Realteile der Felder zu verwenden.

[K4] *Zeitabhängige Felder* **[$8+2=10$ Punkte]**

Gegeben sei das elektrische Feld

$$\vec{E}(\vec{r},t) = \begin{pmatrix} x^2 - y^2 + ctx \\ y^2 + cty \\ z^2 - y^2 + ctz \end{pmatrix}\,.$$

(a) Bestimmen Sie die magnetische Flussdichte $\vec{B}(\vec{r},t)$ mit der Anfangsbedingung $\vec{B}(\vec{r},0) = 0$, sowie eine Ladungsdichte $\varrho(\vec{r},t)$ und eine Stromdichte $\vec{j}(\vec{r},t)$, so dass die Maxwell-Gleichungen erfüllt sind.
(b) Zeigen Sie, dass die Kontinuitätsgleichung für ϱ und $\vec{j}$ erfüllt ist.